

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 1 5 4 7 6 6

(43) 公開日 平成 11 年 (1999) 6 月 8 日

| | | |
|----------------------------|------|-----------------|
| (51) Int. Cl. ⁶ | 識別記号 | F I |
| H O 1 L 33/00 | | H O 1 L 33/00 N |
| | | M |
| F 2 1 Q 3/00 | | F 2 1 Q 3/00 C |

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 1 0 頁)

(21) 出願番号 特願平 10-267027

(22) 出願日 平成 10 年 (1998) 9 月 21 日

(31) 優先権主張番号 特願平 9-257382

(32) 優先日 平 9 (1997) 9 月 22 日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡 491 番地 100

(72) 発明者 山田 元量

徳島県阿南市上中町岡 491 番地 100 日亜化

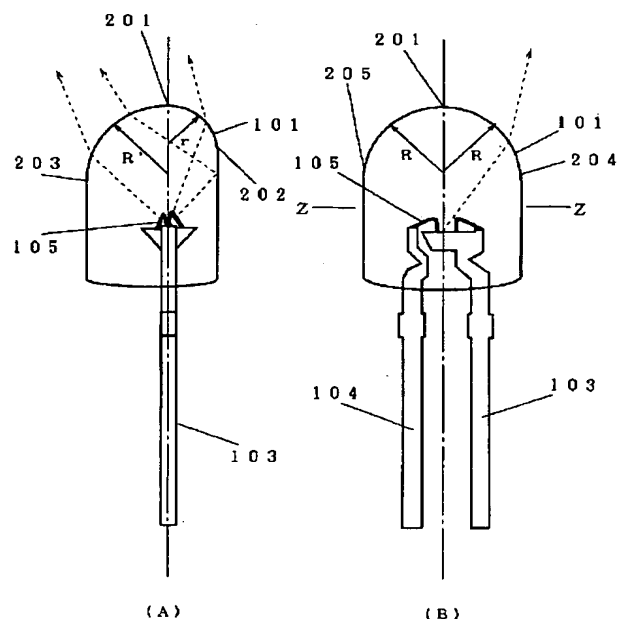
学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 発光ダイオード及びそれを用いた信号機

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、発光素子を透光性のレンズ状モールド部材にて封止した発光ダイオードに係わり、特に、信号用など発光観測面側から見て一方の光を抑制しその抑制の影響を少なくしつつ他方の光を高輝度に放射させることができる発光ダイオードを提供することにある。

【解決手段】 本発明は、少なくとも 2 つのリード端子と電気的に接続された発光素子と、発光素子を封止し先端が凸状の光学レンズとなる透光性モールド部材とを有する発光ダイオードである。特に、先端を通る光軸を含む透光性モールド部材の断面を構成する先端から端部までの第 1 の曲率半径及び先端から他方の端部までの第 2 の曲率半径と、光軸を含む前記断面と垂直をなす断面を構成する先端から端部までの第 3 の曲率半径及び先端から他方の端部までの第 4 の曲率半径が、それぞれ第 1 の曲率半径の大きさ<第 3 の曲率半径の大きさ、第 4 の曲率半径の大きさ≤第 2 の曲率半径の大きさの関係を満たす。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 2 つのリード端子(103)(104)と電気的に接続された発光素子(102)と、該発光素子(102)を封止し先端(201)が凸状の光学レンズとなる透光性モールド部材(101)とを有する発光ダイオードであって、

前記先端(201)を通る光軸を含む透光性モールド部材(101)の断面を構成する先端(201)から端部(202)までの第 1 の曲率半径及び先端(201)から他方の端部(203)までの第 2 の曲率半径と、光軸を含む前記断面と垂直をなす断面を構成する先端(201)から端部(204)までの第 3 の曲率半径及び先端(201)から他方の端部(205)までの第 4 の曲率半径が、それぞれ次の関係を満たすことを特徴とする発光ダイオード。第 1 の曲率半径の大きさが第 3 の曲率半径の大きさ及び第 4 の曲率半径の大きさ \leq 第 2 の曲率半径の大きさ

【請求項 2】 第 3 の曲率半径の大きさと第 4 の曲率半径の大きさが略等しい請求項 1 記載の発光ダイオード。

【請求項 3】 光軸上の発光観測面側から見て第 3 及び第 4 の曲率半径を構成する断面と、前記リード端子間(103)、(104)の配置方向とが略平行である請求項 1 記載の発光ダイオード。

【請求項 4】 前記リード端子(103)は発光素子(102)からの光を反射するカップ(410)を有すると共に該カップ(401)内に光軸上の発光観測面側から見て、透光性モールド部材(101)の第 2 の曲率半径、第 3 の曲率半径及び第 4 の曲率半径側よりも第 1 の曲率半径側の発光出力が高く配置させた発光素子(102)を有する請求項 1 記載の発光ダイオード。

【請求項 5】 少なくとも 2 つのリード端子と電気的に接続された発光素子と、該発光素子を封止し先端が凸状の光学レンズとなる透光性モールド部材とを有する発光ダイオードを複数配置させた信号機であって、前記発光ダイオードは先端を通る光軸を含む透光性モールド部材の断面を構成する先端から端部までの第 1 の曲率半径及び先端から他方の端部までの第 2 の曲率半径と、光軸を含む前記断面と垂直をなす断面を構成する先端から端部までの第 3 の曲率半径及び先端から他方の端部までの第 4 の曲率半径がそれぞれ第 1 の曲率半径の大きさが第 3 の曲率半径の大きさ、第 4 の曲率半径の大きさ \leq 第 2 の曲率半径の大きさの関係を満たすと共に各発光ダイオードを同一方向に配置したことを特徴とする信号機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光素子を透光性のレンズ状モールド部材にて封止した発光ダイオードに係わり、特に、信号用など発光観測面側から見て一方の光を抑制しその抑制の影響を少なくしつつ他方の光を高輝度に放射させることができる発光ダイオードに関す

る。

【0002】

【従来技術】今日、赤色、黄色、青色及び青緑色が 1000mcd 以上にも及ぶ超高輝度に発光可能な発光ダイオードが開発された。発光ダイオードは、半導体発光素子であるため振動等に強く長期間安定して発光することができる。また、消費電力が低いという長所もある。さらに、発光ダイオードは、半導体素子から単色性ピーク波長が発光される。そのため、白色灯のように各発光色のみを表現させるため、カラーフィルターを利用する必要がない。さらにまた、等方的に放出される光を有効利用するため大型な反射ミラーを使用する必要がない。したがって、発光ダイオードを信号機に利用した場合、外来光が信号機内部に入射し白色灯の後部に設けられた大型な反射ミラーで反射してカラー・フィルターを介して信号機外に放出される疑似点灯現象を生ずることがない。したがって、信号機に利用される理想的な光源として発光ダイオードを利用されつつある。

【0003】発光ダイオードをより信号用等に効率よく利用されるためには、反射ミラーをもった信号用光源などとは異なり 1 個ずつの発光ダイオードが所望の指向特性をもつことが望ましい。信号機用などに利用される発光ダイオードの配向特性としては、正面高度が高く上方向へ発光する必要がない。他方、左右方向及び斜め下方向においては、場所により視認する必要がある場合がある。そのため、各発光ダイオードがそれぞれ上記配向特性を持つ必要がある。

【0004】一方、ディスプレイ等に用いられる発光ダイオードにも信号用発光ダイオードに近い発光特性が求められる場合がある。特定方向の光を強めた発光ダイオード例として、特開平 5-121785 号、特開平 5-275752 号や特開平 8-162673 号などが挙げられる。

【0005】特開平 5-275752 号には、図 7 (A)、(B)、(C)に示す如く、少なくとも 2 本のリード端子(703)(704)と、一方のリード端子(703)の先端にダイボンディングされると共に他方のリード端子(704)をワイヤー(705)でボンディングされた発光素子(702)と、両リード端子(703)(704)の先端の部分をパッケージする合成樹脂製のレンズ付きモールド部材とから成る発光ダイオードが開示されている。特に、発光ダイオードのモールド部における外周面の一部に、モールド部における軸線と平行な平面(711)をモールド部におけるレンズ(701)まで延びるように形成した発光ダイオードとしてある。

【0006】このようなレンズ形状とすることにより、発光素子から出射される光のうちモールド部の外周面に設けた平面(711)に向かって出射される光は、平面(711)によって反射する。反射した光は、平面(711)と反対の方向から出射される。平面(711)と反対の方向から出射

される出射光量分だけ人の目に届く光量を u_p することができる。したがって、発光ダイオードとしてはそれだけ光量の小さいものを使用でき、消費電力を節減できることが開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このように形成された発光ダイオードは信号用の上記特性を満たすことができないばかりでなく、必ずしも上述の効果を奏しない場合がある。発光素子である LED チップから放出された光はモールド部材の形状に沿って集光されるが、砲弾型のモールド部材の一面を平面 (711) 状に形成させると、発光素子 (702) から発光された光が全反射する。全反射された光のうち、レンズ正面の曲率にあわせた設計としてもレンズ正面において全反射される場合がある。そのため平面方向に向かって放出された発光素子 (702) からの光がモールド部材の正面から放出され難くレンズ (701) 曲面に沿ってモールド部材内で反射を繰り返して裏面側 (すなわち、非発光観測面) から放出される場合がある。モールド部材としてエポキシ樹脂を用いた空気中に発光素子からの光を放出される場合、屈折率の違いから全反射した光も臨界角以下になり外部に放出されない。

【0008】このようなモールド部材を利用して、平面 (711) で全反射された発光素子からの光を発光観測面側に放出させようとする場合、砲弾形状が強くなるを得ない。そのため集光力が強く信号用など左右や下方向にある程度幅 (左右方向の半値幅約 $15^\circ \sim 20^\circ$ 、下方向の半値幅約 $15^\circ \sim 20^\circ$ 、上方向の半値幅は、 0° でもよい。) の広い光を得ることができないという問題を有する。また、発光素子によっては、必ずしもレンズ設計通りに発光しないという問題を有する。したがって、本出願人は上記問題点を解決し信号用の利用などに適した所望通りの発光特性を効率よく発光可能な発光ダイオードを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、少なくとも 2 つのリード端子 (103) (104) と電気的に接続された発光素子 (102) と、該発光素子 (102) を封止し先端 (201) が凸状の光学レンズとなる透光性モールド部材 (101) とを有する発光ダイオードである。特に、先端 (201) を通る光軸を含む透光性モールド部材 (101) の断面を構成する先端 (201) から端部 (202) までの第 1 の曲率半径及び先端 (201) から他方の端部 (203) までの第 2 の曲率半径と、光軸を含む断面と垂直をなす断面を構成する先端 (201) から端部 (204) までの第 3 の曲率半径及び先端 (201) から他方の端部 (205) までの第 4 の曲率半径が、第 1 の曲率半径の大きさ < 第 3 の曲率半径の大きさ及び第 4 の曲率半径の大きさ \leq 第 2 の曲率半径の大きさの関係を満たす発光ダイオードである。

【0010】これにより、不要な上方の光量を低減させ

る一方左右方向及び下方向において広視野角に発光可能な高輝度発光ダイオードとすることができる。特に、曲率半径の小さい第 1 の曲率半径 (上) 方向からの外来光の入射を防止しコントラストを向上させることができる。また、曲率半径の大きい第 3、第 4 の曲率半径 (左右) や第 2 の曲率半径 (下) 方向から視野角の広い発光特性とすることができる。

【0011】即ち、発光素子から曲率半径の小さい方向へ向かった光は、視野角が狭く且つ軸上光度を向上させることができる。また、発光素子から曲率半径の大きい方向へ向かった光は、より視野角の広い発光特性とすることができる。

【0012】本発明の請求項 2 に記載の発光ダイオードは、第 3 の曲率半径の大きさと第 4 の曲率半径の大きさが略等しい発光ダイオードである。これにより左右方向にも均一に指向特性が広く、且つ等しい発光ダイオードとすることができる本発明の請求項 3 に記載の発光ダイオードは、光軸上の発光観測面側から見て第 3 及び第 4 の曲率半径を構成する断面と、リード端子間 (103)、(104) の配置方向とが略平行である。これにより、モールド部材のクラックなどが極めて少なく信頼性の高い発光ダイオードとすることができる。

【0013】本発明の請求項 4 に記載の発光ダイオードは、リード端子 (103) が発光素子 (102) からの光を反射するカップ (410) を有すると共にカップ (401) 内に光軸上の発光観測面側から見て、透光性モールド部材 (101) の第 2 の曲率半径、第 3 の曲率半径及び第 4 の曲率半径側よりも第 1 の曲率半径側の発光出力が高い配置とさせた発光素子 (102) を有するものである。これにより、発光素子からの光をより有効に利用し所望通りの発光特性を得ることができる。

【0014】本発明の請求項 5 に記載の信号機は、少なくとも 2 つのリード端子と電気的に接続された発光素子と、該発光素子を封止し先端が凸状の光学レンズとなる透光性モールド部材とを有する発光ダイオードを複数配置させてある。特に、発光ダイオードは先端を通る光軸を含む透光性モールド部材の断面を構成する先端から端部までの第 1 の曲率半径及び先端から他方の端部までの第 2 の曲率半径と、光軸を含む前記断面と垂直をなす断面を構成する先端から端部までの第 3 の曲率半径及び先端から他方の端部までの第 4 の曲率半径がそれぞれ第 1 の曲率半径の大きさ < 第 3 の曲率半径の大きさ、第 4 の曲率半径の大きさ \leq 第 2 の曲率半径の大きさの関係を満たすと共に各発光ダイオードを同一方向に配置してある。これにより、不要な上方の光量を低減させる一方左右方向及び下方向において広視野角に発光可能な高輝度信号機とすることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明者は種々の実験の結果、モールド部材を特定形状とさせることにより、一方の指向

角を抑制させ中心高度を向上させつつその他の指向角を制御できることを見だし本発明を成すに到った。

【0016】即ち、モールド部材の形状を上方向、左右方向や下方向など少なくとも2種類以上の異なる曲率半径を持つことにより、それぞれ独立した発光特性を示すことができる。曲率半径の小さい端面方向からの光を正面輝度向上に利用しつつ、曲率半径の大きい端面方向から半値幅の広い発光を得ることができるものである。特に、信号用発光ダイオードのモールド部材としては、光軸から透光性モールド部材の上方となる第1の曲率半径、左右方向となる第3の曲率半径、第4の曲率半径及び下方となる第2の曲率半径が少なくとも第1の曲率<第3の曲率=第4の曲率及び第2の曲率の関係とすることにより、上方への光を正面発光に寄与させつつ、左右方向や下方の視野角を広くさせることができる。

【0017】以下、本発明の一例を図5に示す。図5には、GaP基板上に発光層としてAlGaInP層を有する赤色が発光可能なLEDチップを発光素子(502)として利用した。LEDチップは、半導体接合を挟んで一対の電極が形成されており、等方的な発光が可能な発光素子(502)を構成している。次に、マウント・リード(503)上にLEDチップをAgペーストを用いてダイボンディングさせる。他方、インナー・リード(504)と金線(505)を用いてワイヤーボンディングさせそれぞれ電気的に接続させた。マウント・リード(503)上に配置されたLEDチップ(502)をエポキシ樹脂のインサート成形により被覆してモールド部材(501)を形成させた。

【0018】形成された発光ダイオードは、先端を通る光軸を含む透光性モールド部材(501)の断面を構成する先端から端部までの第1の曲率半径及び第1の曲率半径と対称な先端から他方の端部までの第2の曲率半径と、光軸を含む前記断面と垂直をなす断面を構成する先端から端部までの第3の曲率半径及び第3の曲率半径と対称な先端から他方の端部までの第4の曲率半径が、それぞれ第1の曲率半径の大きさ<第3の曲率半径の大きさ=第4の曲率半径の大きさ≤第2の曲率半径の大きさとさせてある。また、リード端子間(503)、(504)方向とモールド部材(501)の第1及び第2の曲率半径を構成する断面とを略平行に配置させてある。第1、第3及び第4の曲率半径側から効率よく光が取り出せるようにLEDチップ(502)とインナー・リード(504)とを接続させる導電性ワイヤー(505)を第2の曲率半径側に配置させてある。

【0019】これにより第1の曲率半径側(上方向)の発光が少なく、且つ第3、第4及び第2の曲率半径側(左右及び下方向)の視野角が大きく正面、左右、下方向の輝度が高い信号用に好適な発光ダイオードとすることができる。以下、本発明の構成について詳述する。

【0020】(モールド部材101、501)モールド部材(101)(501)は、発光素子(102)(502)、リード端子(1

03)(104)(503)(504)の一部や電気的接続部材(105)(505)となるワイヤ等を外部から保護すると共に発光素子(102)(502)からの光を所望の方向に発光するものである。

本発明のモールド部材(101)(501)は、凸状のレンズ形状を含み、凸状の略先端から端部までの曲面半径がそれぞれ異なる発光ダイオードを構成させてある。そのため、曲率半径の小さい部位では、発光素子(102)(502)からの光を光軸上に集光し軸上光度を上げ高効率化を図ることができる。

10 【0021】さらに、信号用発光ダイオードなどは、曲率半径の小さい曲面を太陽光などが入射される上方向に配置する。これにより、光軸上の正面光度を向上させつつ、上方向よりも曲率半径の大きい左右方向や下方向の光をよりワイドに広げさせることができる。また、曲率半径の小さい方向から入射する太陽光などの外来光の反射を減少させることができる。

20 【0022】モールド部材(101)(501)には、着色剤、光安定化材、拡散剤や蛍光体など種々の添加剤を含有させることもできる。モールド部材(101)(501)に着色剤を含有させることにより所望外の波長をカットするフィルターの役目をもたすこともできる。また、拡散剤を含有させることによって発光素子(102)(502)からの指向性を緩和させ視野角を増やすことができる。さらに、蛍光体を含有させることで混色光を発光させることもできる。特に、比較的エネルギーの大きい光を放出可能な窒化物半導体からなる発光素子と、発光素子から放出される光によって励起されそれよりも長波長光を発光する蛍光体との組み合わせにより高輝度に混色光が発光可能な発光ダイオードとすることができる。発光素子からの光と蛍光体からの光が互いに補色関係にある場合、白色光を発光可能となる。このような蛍光体としてセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体やペリレン系誘導体が好適に挙げられる。

30 【0023】モールド部材(101)(501)の具体的材料としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂やイミド樹脂などの耐候性に優れた透光性樹脂やガラスなどが好適に用いられる。また、拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。このようなモールド部材(101)(501)は、インサート成形やポッティング法などにより比較的簡単に形成することができる。

40 【0024】なお、本発明の曲率半径とは、球面における曲率半径だけでなく、実質的に本発明の効果を奏する限り放物や楕円などの非球面における近似したものをも含んでいる。したがって、楕円などの非球面の場合は、擬似的に短軸の大きさの大小で判断することができる。同様に、近似した曲率は光軸上の発光観測面側から見たレンズ倍率で比較することもできる。また、球面と非球面との組み合わせにおいては、曲率半径と短軸との大小で判断することもできる。

【0025】具体的には、(近似した)第1の曲率を含むレンズ面の倍率を第1のレンズ倍率、(近似した)第2の曲率を含むレンズ面の倍率を第2のレンズ倍率、(近似した)第3の曲率を含むレンズ面の倍率を第3のレンズ倍率、(近似した)第4の曲率を含むレンズ面の倍率を第4のレンズ倍率の大きさとそれぞれ分ける。

【0026】モールド部材(101)(501)の部分的レンズ倍率は、それぞれ第2のレンズ倍率 \leq 第3のレンズ倍率、第4のレンズ倍率 $<$ 第1のレンズ倍率の関係(第2のレンズ倍率 \leq 第3のレンズ倍率 $=$ 第4のレンズ倍率 $<$ 第1のレンズ倍率の関係)を満たすこととなる。この場合、光軸上の発光観測面側から発光ダイオードを観測すると本発明の特定のモールド形状(101)(501)のレンズ効果により、図1の如き、発光素子(102)やリード端子(103)、(104)が歪に配置されたように観測される。

【0027】(発光素子102、502)本発明に用いられる発光素子(102)(502)は、電力の供給を受けて発光可能な半導体発光素子である。このような半導体発光素子は、液相成長法やMOCVD法等により基板上に種々の半導体材料を積層した構造が挙げられる。半導体発光素子の発光層に用いられる具体的材料としては、GaAs、GaP、GaAlAs、GaAsP、AlGaInP、GaN、InN、AlN、InGaN、InGaAlN等が好適に挙げられる。発光素子(102)(502)の構造としては、MIS接合、pn接合、PIN接合を有するホモ接合、ヘテロ接合やダブルヘテロ構造などが挙げられる。また、発光層を量子効果が生ずる単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることができる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を紫外域から赤外域まで種々選択することができる。

【0028】具体的一例として、窒化物系化合物半導体発光素子を示す。窒化物系化合物半導体発光素子は、サファイヤ基板上にGaN、AlNやGaAlN等のバッファ層を形成しその上にpn接合を有する窒化ガリウム半導体を形成させる。窒化ガリウム系半導体は、不純物をドーブしない状態でn型導電性を示す。なお、発光効率を向上させる等所望のn型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、n型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。

【0029】一方、p型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、p型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーブさせる。窒化ガリウム半導体は、p型ドーパントをドーブしただけでは低抵抗化しにくい。そのためp型ドーパント導入後に、低電子線照射、プラズマ照射や熱処理することで低抵抗化させることが好ましい。その後、pn各半導体に電力が供給できるよう、各半導体のコンタクト層表面をエッチングにより露出させる。各導電型のコンタクト層に電力を供給する電極をスパッタリング法や真空蒸着法などにより形成させる。p型電極は、透光性の全面電極(407)としての金属薄膜

と、ワイヤーボンドさせるパッド電極(408)とをそれぞれ形成させてある。

【0030】成膜された半導体ウエハは、ダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後(ハーフカット)、外力によって半導体ウエハを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハに極めて細いスクライブライン(経線)を例えば基盤目状に引いた後、外力によってウエハを割り半導体ウエハからチップ状にカットする。

【0031】野外などの使用を考慮する場合、高輝度な半導体材料として黄色、緑色、青色や青緑色等を発光する半導体材料として窒化物系化合物半導体($\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_z\text{N}$ 、但し、 $0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ 、 $0 \leq z$ 、 $x+y+z=1$)を用いることが好ましく、同様に、黄色や赤色ではアルミニウム、インジウム、ガリウム、燐系半導体を用いることが好ましいが、用途によって種々利用できることは言うまでもない。

【0032】信号用の青色、黄色或いは青緑色が高輝度に発光可能な発光素子として、通常、窒化物系化合物半導体を用いた発光素子は、赤色や黄色が発光可能な4元系のAlInGaPなどの材料を用いた発光素子と異なり、同一半導体表面側に正極(408)及び負極(409)の電極を形成させる場合がある。また、活性層(404)を挟んで組成の異なるダブルヘテロ構造(403)(405)としてある。

【0033】発光素子(102)から放出される光は、発光素子(102)の表面から放出されるものの他、ダブルヘテロ構造などのため活性層(404)などを導波管の如く伝搬して放出される光もある。そのため活性層(404)端面側から放出された光の一部は、発光素子(102)に電力を供給する電極(409)の陰になる。通常、電極(409)は光を遮光するW、Al、TiやInなどの金属や合金が用いられている。この電極(409)の陰により発光素子の放出された光は、等方的に均一に発光できない。特に、窒化ガリウム系化合物半導体は、可視光に対して透過性がよいので顕著に現れることとなる。

【0034】一方、発光ダイオードから放出される光は、モールド部材(101)(501)により集光させ所望の発光特性を持たせることができる。しかしながら、モールド部材(101)(501)により集光された光は、発光素子(102)(502)から放出された光に大きく依存する。特に、発光素子(102)(502)からの光を特定方向に発光させるためモールド部材(101)(501)を特定形状とさせた発光ダイオードにおいては、発光素子(102)(502)が配置されたマウント・リード(103)(503)のカップ(410)から放出される光の指向特性が、光学レンズによる指向特性よりも大きく影響する。そのため、発光素子(102)(502)から等方的に均一光が発光されなければ所望通りの発光特性を得難い傾向にある。

【0035】本発明は発光素子(102)(502)から異方性を持って放出される光とモールド部材(101)(501)の形状を考慮して発光素子(102)(502)を配置させる。曲率半径(擬似的な曲率を含む)が大きくレンズ倍率の小さい曲面においては集光力が低いため発光素子(102)(502)からの光量が多いことが望ましい。他方、曲率半径(擬似的な曲率を含む)が小さくレンズ倍率の大きい曲面は、視野角を広げることに寄与する割合が少なく光軸上は集光力が高いため発光素子(102)(502)からの光量が比較的小なくとも良い。これらを考慮することにより所望通りの発光特性を得られる発光ダイオードとしたものである。すなわち、カップ(410)上に配置された発光素子(102)に電力を供給することにより光軸上の発光観測面側から放出される光が均一に放出されない場合、モールド部材(101)の曲率半径が最も小さい部位と光軸に対して対称に発光素子(102)の最も発光の暗い部分が配置されるようモールド部材(101)と発光素子(102)を配置させる。

【0036】また、発光素子(502)から等方的に発光する場合においても導電性ワイヤー(505)の陰になるなどモールド部材(501)がない場合における光軸上の発光観測面側からみて暗い部位が生ずる場合がある。この場合も、モールド部材(501)の曲率半径が最も小さい部位と光軸に対して対称に光軸上の発光観測面側から見て最も暗い部位がくるように配置させる。これらにより、最も効率よく所望の発光特性を得られる発光ダイオードとすることができる。

【0037】(リード端子103、104、503、504)リード端子(103)(104)(503)(504)は、発光素子(102)(502)に外部から電力を供給する電極として働く。したがって、リード端子(103)(104)(503)(504)は、十分な電気伝導性とボンディングワイヤー等との接続性が求められる。リード端子(103)(503)上に発光素子(102)(502)を配置させる場合は、マウントリードなどとして働き、発光素子(102)(502)を積載させないで導通を採るものはインナー・リードとして働く。

【0038】本発明において、発光ダイオードからの発光を効率よく発光させるためには、発光素子の発光部を光学レンズとなるモールド部材(101)(501)の光軸上に配置することが好ましい。この場合、光軸上の発光観測面側から見た先端からの各曲率半径が異なるため曲率半径の小さい第1の曲率半径側(上方)にリード端子が偏ることとなる。リード端子とモールド部材との端面との距離が短い場合は、膨張係数の違いなどにより破壊され易い傾向にある。そのため、マウント・リードとインナー・リード間の方向をよりモールド部材(101)(501)端面との距離がかせげる平行方向とすることが好ましい。

【0039】一方、モールド部材(101)(501)の強度が高い或いは、柔軟性がある場合は、基板の取り付け時にリード端子間(マウント・リード(103)(503)とインナー・リード(104)(504)間)方向の方が移動しにくいことから

マウント・リード(103)(503)とインナー・リード(104)(504)間の方向を第1の曲率半径(上方)及び第2の曲率半径間(下方)方向に配置させることもできる。リード端子間方向は、基板に取り付けても傾斜しにくいことから安定した発光特性を得ることができる。

【0040】マウント・リード(103)上に発光素子(102)を配置させる場合は、熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、発光素子(502)とマウント・リード(503)とを接着させると共に電氣的に接続させるためにはAgペースト、カーボンペースト、ITOや金属バンプ等を用いることができる。さらに、各発光素子(102)(502)の発光効率を向上させるためにカップ表面に反射機能を持たせても良い。

【0041】リード端子(103)(104)(503)(504)に用いられる具体的な比抵抗としては、 $300\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $3\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下である。また、発光素子からの発熱を効率よく外部に逃がすべくリード端子(103)(104)(503)(504)は、熱伝導度がよいことが求められる。特に、発光素子(102)(502)が配置されるマウント・リード(103)(503)は、他のリード端子(104)(504)よりも表面積を大きくさせ放熱性を向上させることが好ましい。リード端子(103)(104)(503)(504)の具体的な熱伝導性は、 $0.01\text{cal}/(\text{s})(\text{cm}^2)(^\circ\text{C}/\text{cm})$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5\text{cal}/(\text{s})(\text{cm}^2)(^\circ\text{C}/\text{cm})$ 以上である。また、これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅等が挙げられる。

【0042】また、発光素子(102)(502)とリード端子(103)(104)(503)(504)とを電氣的に接続させるためには電氣的接続部材が用いられる。電氣的接続部材は、発光素子(102)(502)とリード端子(103)(104)(503)(504)とを金属線で接続させた導電性ワイヤー(105)(505)でも良いし、導電ペーストや金属バンプで形成させても良い。電氣的接続部材は、オーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。電氣的接続部材の熱伝導度としては $0.01\text{cal}/(\text{s})(\text{cm}^2)(^\circ\text{C}/\text{cm})$ 以上が好ましく、より好ましくは

$0.5\text{cal}/(\text{s})(\text{cm}^2)(^\circ\text{C}/\text{cm})$ 以上である。具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等及びそれらの合金を用いたボンディングワイヤーが挙げられる。また、銀、カーボン、ITO等の導電性フィラーを樹脂で充填した導電性接着剤等を用いることもできる。作業性を考慮してアルミニウム線あるいは金線が好ましい。以下、本発明の実施例について詳述するが、これのみに限られないことはいうまでもない。

【0043】

【実施例】(実施例1)発光素子として、発光ピークが500nmのInGaN半導体を発光層に用いたLED

チップは、洗浄されたサファイア基板(401)上に、TMG(トリメチルガリウム)ガス、TMI(トリメチルインジウム)ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化物系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。成膜時に、ドーパントガスとして SiH_4 と Cp_2Mg と、を切り換えることによってn型導電性やp型導電性を有する窒化ガリウム半導体を形成させる。発光素子としては、n型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層(403)と、p型導電性を有する窒化ガリウムアルミニウム半導体であるクラッド層(405)、p型導電性を有するコンタクト層(406)を形成させた。n型導電性を有するコンタクト層(403)と、p型導電性を有するクラッド層(405)との間に厚さ約3nmであり、単一量子井戸構造とされるノンドープInGa_xNの活性層(404)を形成した。

(なお、サファイア基板上(401)には、低温で窒化ガリウムを形成させバッファ層(402)としてある。)同一半導体表面側から正極(407)(408)及び負極(409)の電極を取るためにn型半導体であるコンタクト層(403)の一部までp型半導体層側から半導体層を部分的に除去させてある。除去され露出したn型コンタクト層となる半導体(403)表面には、活性層(404)の厚みを越える厚さの電極(409)がスパッタリング法により形成されている。他方、p型コンタクト層上には透明電極及びパッド電極を形成させてある。こうして出来上がった半導体ウェハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子として青緑色が発光可能なLEDチップを形成させた。LEDチップに電力を供給すると青緑色光が発光可能なLEDチップが形成された。発光しているLEDチップの放射方向を調べた結果、n型コンタクト層上に形成された電極は、活性層から放出される光を遮光する。発光観測面側から見て、活性層(404)から放出された光のうちn型電極(409)の延長方向には発光が少なく最も暗く観測された。

【0044】銀メッキした鉄入り銅製のリード端子(103)(104)の先端にカップ(410)を有するマウント・リード(103)にLEDチップ(102)をエポキシ樹脂でダイボンディングした。マウント・リード(103)に設けられたLEDチップ(102)の配置は、リード端子(103)(104)間方向とLEDチップ(102)の電極(408)(409)間方向とが略垂直に配置させてある。LEDチップ(102)の各電極(408)(409)とマウント・リード(103)及びインナー・リード(104)とをそれぞれ直径が30 μm の金線(105)でワイヤーボンディングし電氣的導通を取った。

【0045】一方、モールド部材(101)の金型として、第1の曲率半径(上方)、第3、第4の曲率半径(左右方向)及び第2の曲率半径(下方)の大きさが第1の曲率半径の大きさ<第3の曲率半径の大きさ=第4の曲率半径の大きさ<第2の曲率半径の大きさの関係を満たす凸状の透光性モールド部材(101)が形成可能な凹部を形

成させている。

【0046】凹部内に活性層(404)からの光を遮光するn型電極(409)と第2の曲率半径を持った曲面とが最も近づくようにLEDチップ(102)が配置されたリード端子(103)(104)を配置し、エポキシ樹脂を注入した。エポキシ樹脂を140℃5時間で硬化させた。形成されたモールド部材(101)の先端(201)は、LEDチップ(102)の光軸上に配置されている。

【0047】形成された発光ダイオードは、透光性モールド部材(101)の先端(201)を通る光軸を含む断面を構成する先端(201)から端部(202)までの第1の曲率半径の大きさが約3であり、先端(201)から他方の端部(203)までの第2の曲率半径の大きさが約3.75である。また、前記断面と垂直をなす光軸を含む断面を構成する先端(201)から端部(204)までの第3の曲率半径及び先端(201)から他方の端部(205)までの第4の曲率半径の大きさが、それぞれ約3.5とさせてある。また、LEDチップ(102)とモールド部材(101)の配置は、LEDチップ(101)から放出されてカップ(410)で反射した光が最も暗い方向にモールド部材(101)の曲率半径の小さい面が配置されている。

【0048】形成された発光ダイオードに電力を供給して、左右の配向特性方向及び上下の配向特性を調べた。発光強度が最も高いところを100%とし相対発光強度を図6に示す。上方向の光が少なく左右及び下方向に視野角が広い高輝度発光ダイオードとすることができると確認できた。

【0049】(実施例2)透光性モールド部材(101)の先端(201)を通る光軸を含む断面を構成する先端(201)から端部(202)までの第1の曲率半径の大きさ(楕円の短軸)が約3.2であり、長軸は約4.1とする。先端(201)から他方の端部(203)までの第2の曲率半径の大きさ(楕円の短軸)が約3.6であり、長軸が約4.55とする。また、前記断面と垂直をなす光軸を含む断面を構成する先端(201)から端部(204)までの第3の曲率半径(楕円の短軸)及び先端(201)から他方の端部(205)までの第4の曲率半径(楕円の短軸)の大きさが、それぞれ約3.5とさせる。また、この楕円の長軸を4.35とした楕円で表される非球面とした以外は実施例1と同様にして発光ダイオードを形成させた。

【0050】形成された発光ダイオードのモールド形状は、先端を通る光軸を含む透光性モールド部材の断面を構成する先端から端部までを含む第1のレンズ倍率、先端から他方の端部までを含む第2のレンズ倍率、光軸を含む前記断面と垂直をなす断面を構成する先端から端部までを含む第3のレンズ倍率及び先端から他方の端部までを含む第4のレンズ倍率がそれぞれ、第2のレンズ倍率<第3のレンズ倍率=第4のレンズ倍率<第1のレンズ倍率の関係を満たしてある。なお、形成された発光ダイオードを発光観測面側から観測するとモールド部材の

外周連続した曲線を構成すると共に第1、第3及び第4の曲率半径を含む上方の曲面は楕円を構成するのに対し、第2、第3及び第4の曲率半径を含む下方の曲面は半円を構成している。また、楕円は、半円の半径よりも小さい短軸を有している。

【0051】こうして形成された発光ダイオードの発光特性は実施例1と同様に左右、下方向に広く上方向に狭くすることができる。形成された発光ダイオードの指向特性をそれぞれ揃えて発光観測面側から見て円状となるよう基板に300個配置させる。基板に設けられた配線パターンと各発光ダイオードが点灯可能なように半田付けさせる。これを樹脂筐体に配置させると共に樹脂筐体の前面に透光性のケースを設けてある。なお、発光ダイオード間には外来光からの光を吸収してコントラスト比を向上させ得るための西日対策パネルを配置させてある。西日対策パネルには暗色系の黒色に着色した樹脂繊維を植毛加工させてある。発光ダイオードが配置された基板、西日対策パネルを樹脂筐体と透光性のケース内に配置すると共に固定してパッキンで封止することによりLEDユニットを構成する。

【0052】こうして形成されたLEDユニットをアルミの灯箱に収納することにより信号機を形成させた。信号機の各発光ダイオードに電力を供給することにより上方向に光量を抑制しつつ正面高度が高く且つ、左右及び下方向に光量が多い信号機とすることができる。

【0053】(実施例3) LEDチップを構成するInの組成を少なくして青色が発光可能な窒化物半導体からなる発光素子とすると共にLEDチップ上にセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体として $Y_{0.8}Ga_{0.2}Al_{0.5}O_{12}:Ce$ が含有されたエポキシ樹脂をマウント・リードのカップ内に配置した以外は実施例1と同様にして発光ダイオードを構成させた。形成された発光ダイオードは実施例1とほぼ同様に中心光度が高く、左右及び下方向の半値角の広い発光ダイオードを構成することができた。また、LEDチップからの青色光と共に蛍光体からの黄色光が発光され白色が観測された。

【0054】

【発明の効果】本発明は、モールド部材を特定形状とすることにより、不要な上方の光量を低減させる一方左右方向及び下方向において広視野角に発光可能な高輝度発光ダイオードとするものである。また、外来光からの反射の影響が少なく信号用に優れた発光ダイオードとすることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、発光観測面側から見た本発明の発光ダ

イオードを示す模式的正面図である。

【図2】図2は本発明の発光特性を示す模式的断面図であり、図2(A)は図1のX-X方向の模式的説明図を示し、図2(B)は図1のY-Y方向の模式的説明図を示す。

【図3】図3は、本発明の発光ダイオードの正面からみた各構成部材の配置を表し図2のZ-Z方向の模式的横断面図を示す。

【図4】図4は、本発明に用いられるカップに配置された発光素子の発光特性を示す模式的説明図であり、図4(A)は模式的部分正面図、図4(B)は図4(A)のX-X断面図である。

【図5】図5は、本発明の他の発光ダイオードを示し、図5(A)は発光ダイオードの正面からみた各構成部材の配置を表した模式図であり、図5(B)は図5(A)のX-X方向の模式的断面図を示し、図5(C)は図5(A)のY-Y方向の模式的断面図を示す。

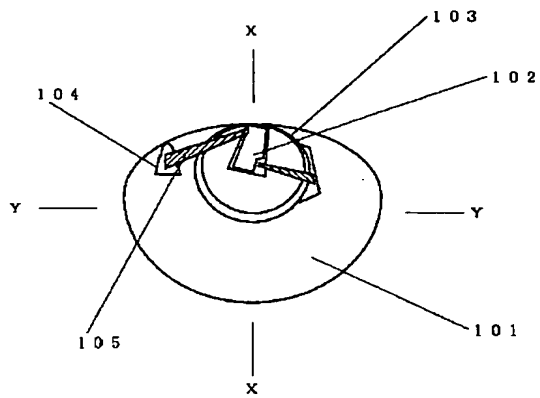
【図6】図6(A)は、本発明の発光ダイオードの上下方向の配向特性を示し、図6(B)は、本発明の発光ダイオードの左右方向の配向特性を示す。

【図7】図7は、本発明と比較のために示す発光ダイオードの模式図であり、図7(A)は、発光ダイオードの正面からみた各構成部材の配置を表した模式図であり、図7(B)は図7(A)のX-X方向の模式的断面図を示し、図7(C)は図7(A)のY-Y方向の模式的断面図を示す。

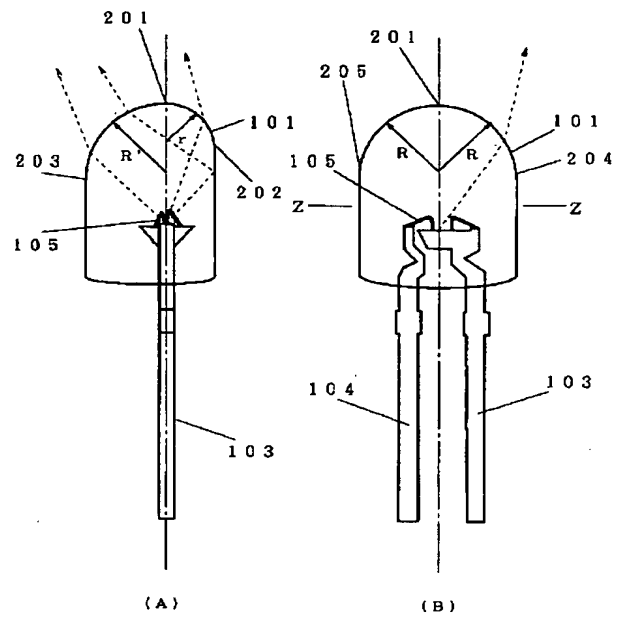
【符号の説明】

- 101、501・・・モールド部材
- 102、502・・・発光素子
- 103、104、503、504・・・リード端子
- 105、505・・・電気的接続部材
- 201・・・透光性モールド部材の先端
- 202・・・第1の曲率半径の端部
- 203・・・第2の曲率半径の端部
- 204・・・第3の曲率半径の端部
- 205・・・第4の曲率半径の端部
- 401・・・サファイア基板
- 402・・・バッファ層
- 403・・・n型コンタクト層
- 404・・・活性層
- 405・・・p型クラッド層
- 406・・・p型コンタクト層
- 407・・・全面電極
- 408・・・パッド電極
- 409・・・n型電極
- 410・・・カップの内壁

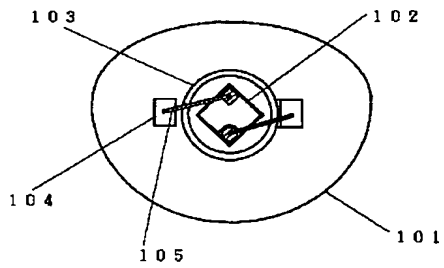
【図1】



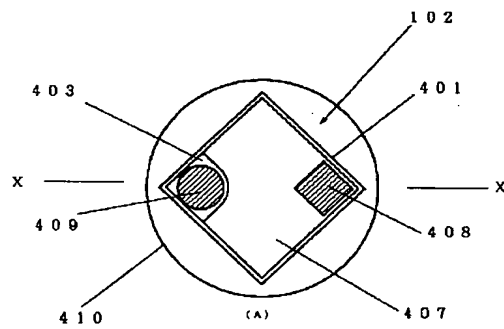
【図2】



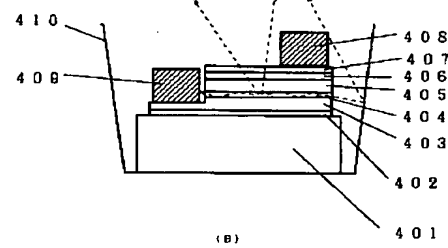
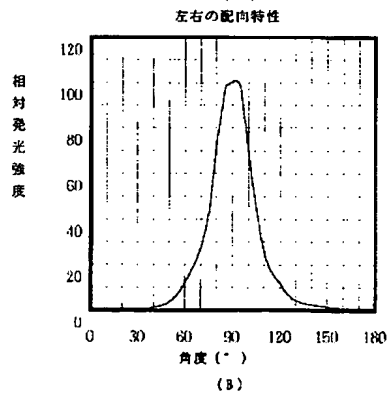
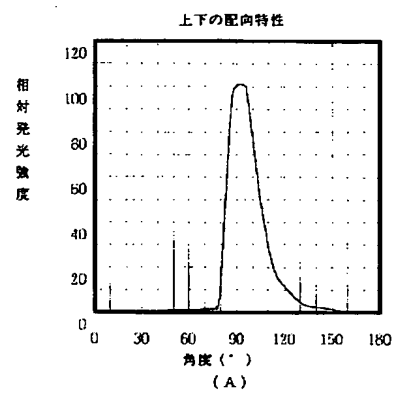
【図3】



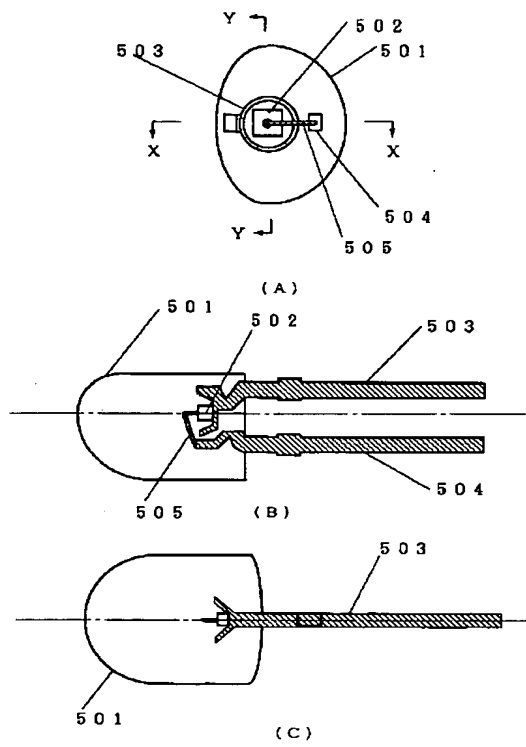
【図4】



【図6】



【図5】



【図7】

